

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Multifunkční bezdrátový reproduktor
Multifunctional Wireless Speaker

Student:

Tomáš Wilček

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2018

Zadání bakalářské práce

Student:	Tomáš Wilček
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	60 Průmyslový design
Téma:	Multifunkční bezdrátový reproduktor Multifunctional Wireless Speaker
Jazyk vypracování:	čeština
Zásady pro vypracování:	

1. Proveďte rešerši v oblasti navrhovaného zařízení.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cíli práce.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
7. V rámci zpracování bakalářské práce proveďte úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty, popis konstrukčního řešení a výkresovou dokumentaci v celkovém rozsahu cca 1x A1.
8. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] FS_SME_05_003 verze: H *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*,
- [2] ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.* Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
- [3] PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.
- [4] DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů.* Ostrava: Montanex, 2007. 225s. ISBN 80-7225-018-3.
- [5] KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací: skriptum.* 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [6] NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: skriptum 2. vyd .* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


V Ostravě: 21. 5. 2018


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21. 5. 2018


.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Tomáš Wilček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Svornosti 47, Ostrava - Zábřeh

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

WILČEK Tomáš, *Multifunkční bezdrátový reproduktor*: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2018, 43 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Anna Plchová

Bakalářská práce se zabývá designovým návrhem audio techniky – bezdrátového reproduktoru. V úvodu práce se zabývám průzkumem trhu, rozdělením bezdrátových reproduktorů a rešerší. Dále se zaměřuji na problematiku ozvučnic, rozebírám jejich konstrukční rozdíly a popisuji jejich funkci. V práci jsou provedeny pevnostní analýzy držadla reproduktoru, společně s jeho ergonomickým řešením. Dále práce obsahuje konstrukční vyřešení reproduktoru, návrh ovládacích prvků a možné další funkce reproduktoru, které se na reproduktoru mohou vyskytnout díky jeho koncepčnímu vyřešení.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

WILČEK Tomáš, *Multifunctional wireless speaker*: Bachelor thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2018, 43 p. Thesis head: Dr. Ing. Anna Plchová

This bachelor thesis deals with the design of audio equipment - wireless speaker. At the beginning of my work I deal with market research, distribution of wireless speakers and research. I analyze their construction differences and describe their function. The work contains strength analysis of the speaker handle, together with its ergonomic solution. Part of the thesis is construction of enclosures, design of controls and other possible functions of the speaker, which can occur by the conceptual solution of the speaker.

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle práce	9
3	Rešerše	9
3.1	Outdoorové reproduktory	10
3.2	Indoorové reproduktory	11
3.3	Smart reproduktory	12
3.4	Inspirace	13
4	Vlastní návrhy	14
5	Vybraný koncept	16
6	Zvuk	18
6.1	Šíření zvuku	18
7	Ozvučnice reproduktoru	19
7.1	Plochá zvuková přepážka (flat baffle)	19
7.2	Otevřená ozvučnice (open enclosure)	20
7.3	Uzavřená ozvučnice (sealed enclosure)	20
7.4	Polouzavřené ozvučnice	21
7.4.1	Bass-reflex	21
7.4.2	Pasivní membrána (passive radiator)	21
8	Řešené prvky	22
8.1	Držadlo	22
8.1.1	Ergonomie držadla	24
8.1.2	MKP pevnostní analýza držadla/rámu	24
8.1.3	Kontrola prohnutí zjednodušeným výpočtem	28
8.2	Ovládací prvky	30
8.2.1	Zobrazení stavu baterie	31
8.3	Možné přidání funkce	32
8.4	Ochranná mřížka	33
8.5	Konstrukce ozvučnic	34
8.6	Konektivita	37
9	Práce na fyzickém modelu	38
10	Závěr	39
11	Seznam použité literatury	41
12	Seznam příloh	43

Seznam použitých značek a symbolů

E	Youngův modul	[GPa]
F	Síla	[N]
f	Frekvence	[Hz]
I_y	Moment setrvačnosti podle osy y	[mm ⁴]
M_{x_1}, M_{x_2}	Momenty na daném úseku	[N·mm]
P	Výkon	[W]
Re	Mez kluzu	[MPa]
W	Průhyb	[mm]
dB	Intenzita zvuku	-
MKP	Metoda konečných prvků	-
EVA	Porézní pryž	-
OLED	Organická, světlo emitující dioda	-

1 Úvod

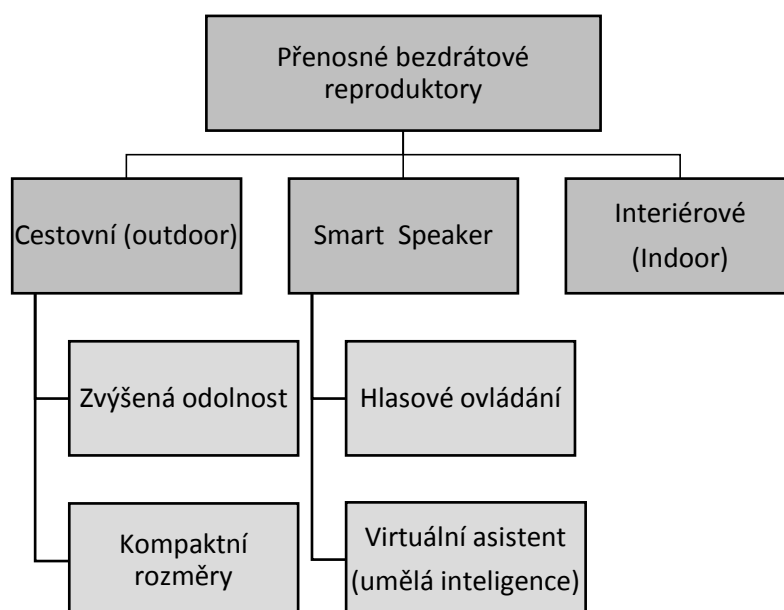
Bezdrátové reproduktory jsou mobilní zařízení, která využívají přenosu dat pomocí bezdrátových technologií. Hlavní výhodou těchto reproduktorů je jejich mobilita. Lze je jednoduše přenášet, jelikož zdroj energie, zesilovač a přijímač audio signálu jsou implementovány přímo do jednoho zařízení.

2 Cíle práce

Cílem práce je návrh reproduktoru, který by díky svému koncepčnímu řešení přinesl do svého oboru inovace, netypické funkce, ale zároveň si zachoval minimalistický design.

3 Rešerše

Různé typy bezdrátových reproduktorů jsou navrženy pro specifické potřeby. Reproktory navržené speciálně pro venkovní použití mají robustní pouzdro a jsou odolné vůči pádům, otřesům nebo nepříznivému počasí. Reproktory konstruované pro interiérové použití většinou kladou větší důraz na kvalitu produkovaného zvuku, avšak výměnou za menší odolnost a mobilitu reproduktoru. Novinkou v oblasti bezdrátových reproduktorů jsou takzvané Smart reproduktory, které nabízejí hlasové ovládání spolu s virtuálním asistentem, díky kterému je možno s reproduktorem interagovat.



Obrázek 3.1 – Rozdělení přenosných reproduktorů

3.1 Outdoorové reproduktory

Beoplay P2

Reproduktor s elegantním designem od značky Bang & Olufsen. Mřížka reproduktoru je z eloxovaného pískovaného hliníku, tělo je vyrobeno z odolného polymeru a poutko z kůže.



Obrázek 3.1.1 – Beoplay P2 [1]

DALI KATCH

U tohoto reproduktoru mě nejvíce zaujala jeho konstrukce, která je navržena tak, aby se odstranila vnitřní rezonance reproduktoru. To je docíleno i vhodně použitými materiály, jelikož tělo reproduktoru je vyrobeno z hliníku a přepážky z kompozitu. Přepážky jsou připevněny k hliníkovému tělu šrouby a vzduchotěsnost ozvučnice zajišťuje těsnění EVA.



Obrázek 3.1.2 – DALI KATCH [2]

JBL Charge 3

Voděodolný reproduktor produkce Harman. Díky své odolnosti a velké kapacitě baterie je vhodný pro sportovní aktivity, jelikož dokáže poskytnout až dvacet hodin přehrávacího času.



Obrázek 3.1.3 – JBL Charge 3 [3]

3.2 Indoorové reproduktory

COPENHAGEN

Indoorový reproduktor skandinávského designu od značky Vifa. Rám je z jednoho kusu litého hliníku a tělo reproduktoru z tvrzeného ABS. Pod krytem je umístěno celkem šest reproduktorů. Dva výškové, dva středové a dva basové, které jsou ještě doplněny o čtyři pasivní membrány. Kryt reproduktorů je vyroben z kvalitní tkané textile.



Obrázek 3.2.1 – COPENHAGEN [4]

Devialet Phantom

Reproduktor Phantom kombinuje analogové i digitální technologie a má prvotřídní výkon až do 1200 W. Hybridní analogově-digitální zesilovač produkuje signál bez jakéhokoli přesycení, zkreslení či šumů na pozadí. Kryt je hermeticky uzavřen pod tlakem 20 MPa.



Obrázek 3.2.2 – Phantom [5]



Obrázek 3.2.3 – Phantom v rozložení [6]

3.3 Smart reproduktory

Google Home

Elegantní hlasem ovládaný reproduktor s umělou inteligencí. Virtuální asistent umožňuje kromě spouštění hudby například pokládání otázek, ovládání domácích spotřebičů, psaní SMS zpráv, tvoření nákupního seznamu a mnoho dalšího.



Obrázek 3.3.1 – Google Home [7]

Apple Homepod

Mezi klíčové vlastnosti tohoto chytrého reproduktoru patří automatické nastavení akustiky, díky kterému se dokáže přizpůsobit jakékoliv místnosti. Reproduktor obsahuje šest mikrofونů pro zachycení hlasových povelů z jakéhokoliv směru a je osazen sedmi reproduktory uspořádanými v kruhu a jedním hlubokotónovým reproduktorem usazeným ve vrchní části ozvučnice.



Obrázek 3.3.2a – Apple Homepod [8]

3.4 Inspirace

RT 20-S (1957)

Rádio produkované značkou Braun v 60. letech. Designérem je Dieter Rams. Na tomto rádiu mě zaujal jeho nadčasový minimalistický design.



Obrázek 3.4.1 - RT 20-S [9]

Transparent Speaker

Tento bezdrátový reproduktor navržený skupinou People People, mě zaujal průhlednou skleněnou ozvučnicí.



Obrázek 3.4.2 – Transparent Speaker [10]

Revo SuperSignal

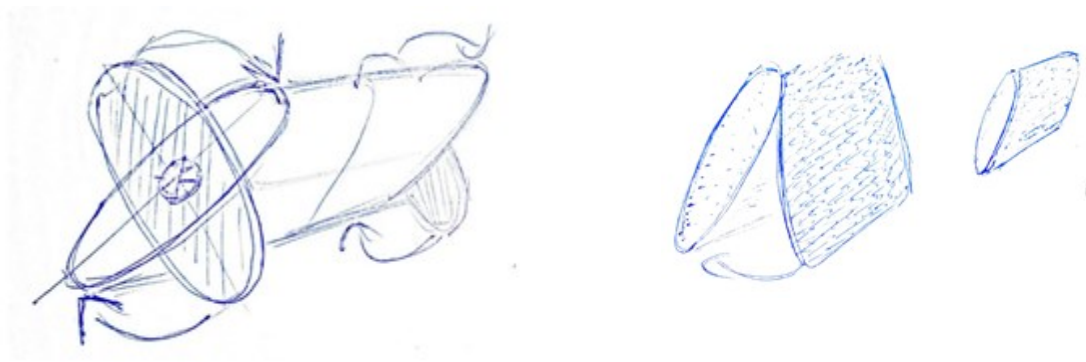
Malé digitální rádio se zabudovaným Bluetooth a OLED displejem. Inspirovalo mě kombinací materiálů a ovládacími prvky.



Obrázek 3.4.2 – Revo SuperSignal [11]

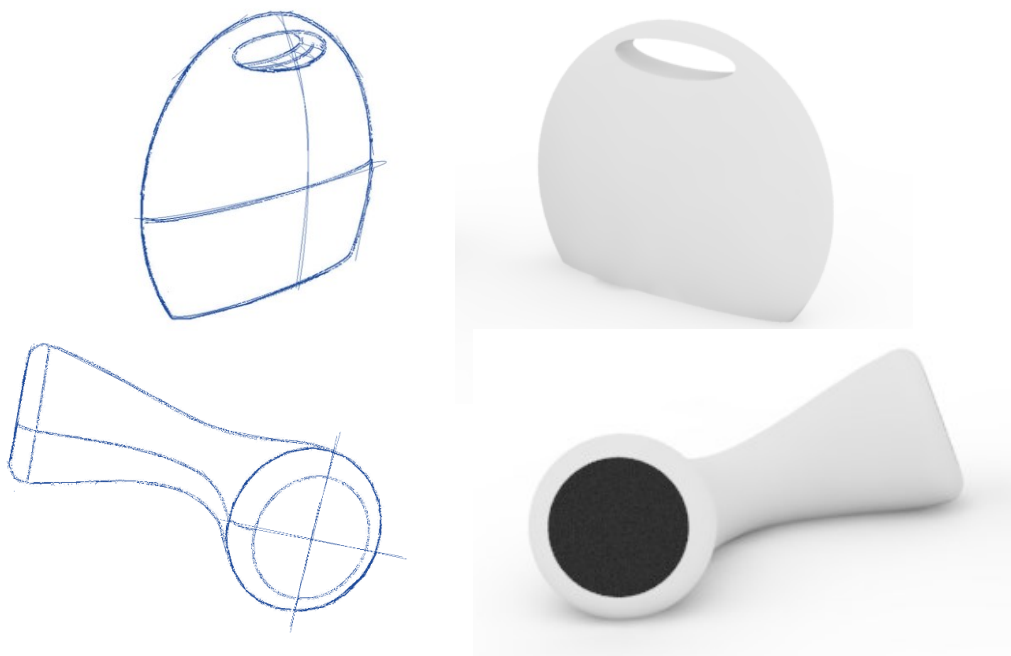
4 Vlastní návrhy

V prvních návrzích jsem se soustředil hlavně na kompaktní design reproduktoru a na zajímavé provedení konstrukce, která by umožnila reproduktor nastavit do vhodné polohy k posluchači, bez ovlivnění jeho rozměrů při přenášení. Na obrázku 4.1 jsou vidět dvě varianty. Varianta vlevo využívá pro nastavení polohy otočné nožky, druhá vymezuje svou polohu pomocí nastavitelného krytu.



Obrázek 4.1 – Varianty outdoorových reproduktorů

V jiných návrzích jsem se snažil hlavně o atypický tvar reproduktoru, který by však zároveň prakticky vyřešil nějaký prvek reproduktoru. Na obrázku 4.2 jsou vidět dvě takovéto varianty. První varianta využívá svého tvaru pro elegantní zakomponování držadla, druhá (spodní) varianta svým tvarem řeší nastavení reproduktoru do vhodné pozice k posluchači a zároveň i jeho držení.



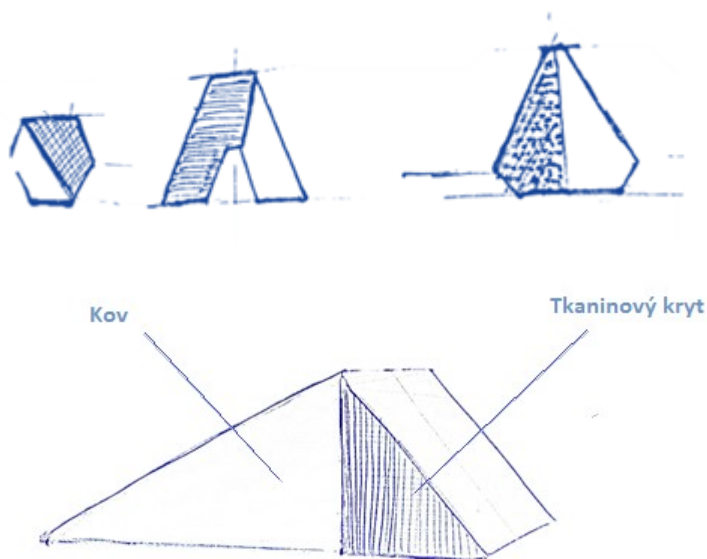
Obrázek 4.2 – Varianty s praktickým tvarem

Nejvhodnější materiál pro tělo reproduktoru je takový materiál, který co nejméně přenáší vibrace. Proto mě napadlo v některých návrzích použít betonový nebo kamenný rám reproduktoru, viz obrázek 4.3. Tyto návrhy jsem však zamítnul kvůli vysoké hmotnosti těchto materiálů.



Obrázek 4.3 – Varianty s betonovým/kamenným rámem

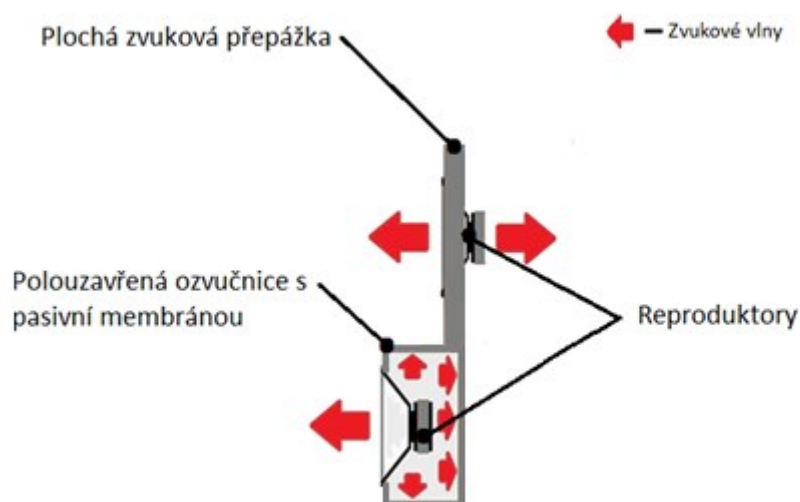
Další návrhy:



Obrázek 4.4 – Další varianty

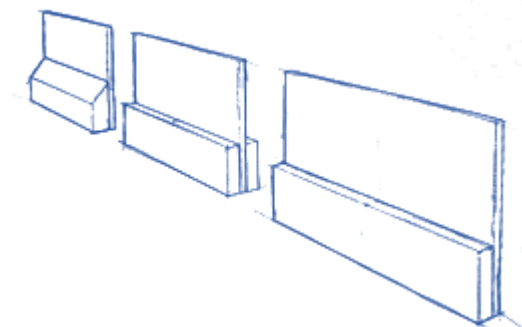
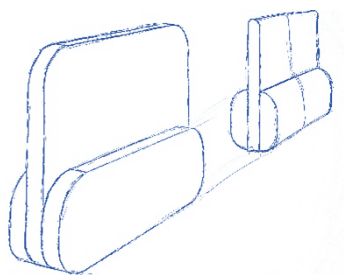
5 Vybraný koncept

Nakonec jsem se rozhodl pro koncept, který je založen na sloučení dvou typů ozvučnic, ploché zvukové přepážky a polouzavřené ozvučnice (viz kapitola č. 7). Takovéto řešení reproduktoru je zajímavé nejen z hlediska designového, ale také z hlediska akustického. Princip je založen na vzájemném vyrušení nevýhod těchto dvou ozvučnic. U bezdrátových reproduktorů se běžně používá polouzavřených ozvučnic s pasivní membránou (viz kapitola 7.4.2). Tento typ ozvučnice má vynikající účinnost, avšak pasivní membrána zesiluje basový projev reproduktoru v určitém kmitočtovém (frekvenčním) rozsahu. Takovýto projev může posluchači vyhovovat, nicméně ideální frekvenční charakteristika reproduktoru je plochá křivka v celém kmitočtovém rozsahu (nijak nezkreslený vstupní signál). Plochá zvuková přepážka, na rozdíl od polouzavřené ozvučnice s pasivní membránou, utlumuje nízké frekvence v závislosti na její velikosti. Spojením těchto dvou charakteristik dostaneme vyvážený projev reproduktoru v celém kmitočtovém rozsahu.



Obrázek 5.1 – Ilustrace vybraného konceptu

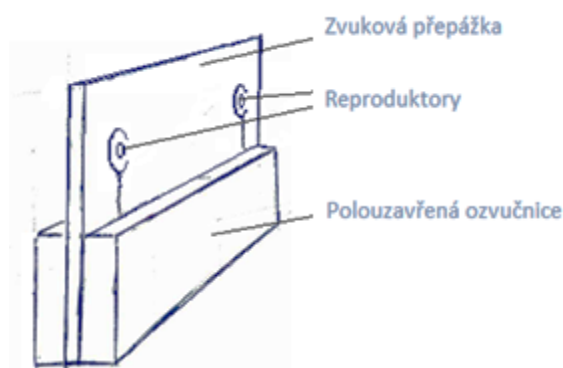
Možné varianty:



Obrázek 5.2 – Varianty vybraného konceptu

Vybraná varianta:

Rozhodl jsem se pro variantu na obrázku 5.3, kde zvuková přepážka opticky rozděluje polouzavřenou ozvučnici na dvě symetrické části. Pro určení vhodných rozměrů jsem vytvořil modely v programu Rhinoceros 5. Vybraný rozměrový model jsem následně fyzicky vyrobil a zjistil, jak model vypadá ve skutečnosti. Nakonec jsem se rozhodl pro

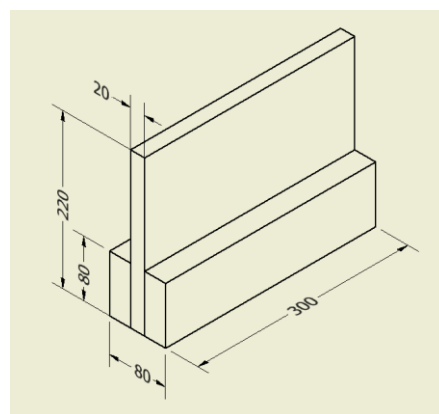


Obrázek 5.3 – Vybraná varianta

čtvercový bokorys polouzavřené ozvučnice. Rozměry reproduktoru jsem se snažil volit podle pravidla zlatého řezu, abych zajistil ideální proporce reproduktoru.



Obrázek 5.4 – Finální rozměrový model



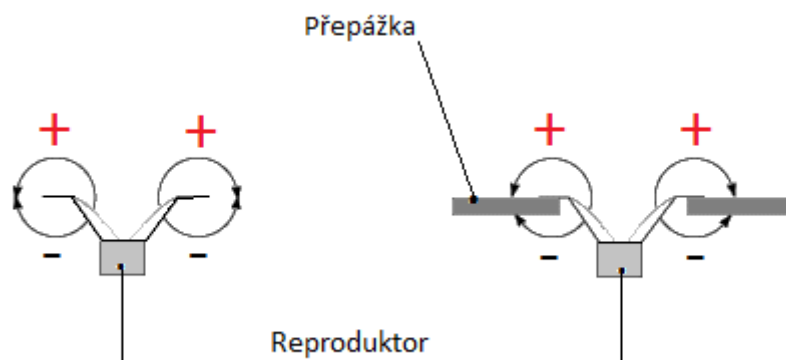
Obrázek 5.5 – Vybrané rozměry

6 Zvuk

Zvuk je vibrace, která se šíří jako slyšitelná vlna tlaku přes přenosové médium. V lidské fyziologii a psychologii je zvuk příjmem těchto vln a jejich vnímání mozkiem. Lidé mohou slyšet zvukové vlny s frekvencemi mezi 20 Hz a 20 kHz. Zvuk nad 20 kHz je nazýván ultrazvukem a pod 20 Hz je nazýván infrazvukem. Různé druhy zvířat mají různý rozsah sluchu.

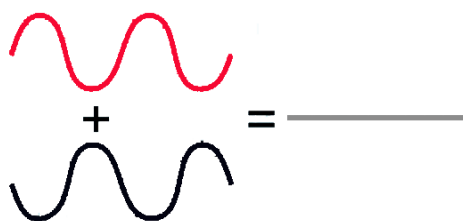
6.1 Šíření zvuku

Zvuk se může šířit přes médium jako je vzduch, voda a pevné látky. Zvuková vlna je generována zvukovým zdrojem, jako je třeba kmitající membrána reproduktoru. Podle toho, jak rychle membrána kmitá, vytváří různé frekvence. Zvuk vyzařovaný z přední a zadní strany membrány je stejný, ale má opačné fáze. Pokud by strany membrány nebyly nijak odizolovány, zvukové vlny (obzvláště nízké frekvence) vyzařované z přední a zadní části membrány se vzájemně vyruší (viz obrázek 6.1.1). Účelem přepážky je tedy izolovat strany membrán. Různých konstrukcí těchto přepážek je mnoho a nazýváme je ozvučnicemi (viz kapitola č. 7).



Obrázek 6.1.1 – Zobrazení stavu bez oddělení membrány/oddělení membrány přepážkou

Zvuková vlna produkovaná přední stranou membrány



Zvuková produkovaná zadní stranou membrány

Obrázek 6.1.2 – Ilustrace spojení zvukových vln s opačnou fází

7 Ozvučnice reproduktoru

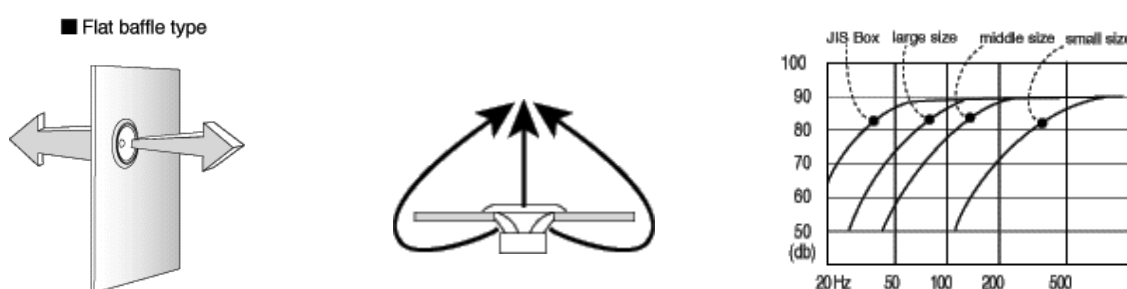
Ozvučnice by měla být dostatečně tuhá, aby nezkreslovala zvuk reproduktorů vlastní rezonancí. Nejčastěji se vyrábějí z materiálů na bázi dřeva – dřevovláknových desek, překližky, MDF nebo vrstvených materiálů podobného druhu, plastů nebo tvrzeného papíru, lze se setkat i s ozvučnicemi z betonu a mnoha dalších materiálů. Ozvučnice také obvykle obsahuje další součásti, nutné pro správnou funkci reproduktorové soustavy, u přenosných reproduktorů se v ozvučnici běžně vyskytuje veškerá elektronika.

Typy ozvučnic:

- Deskové (flat baffle)
- Otevřené
- Uzavřené
- Polouzavřené

7.1 Plochá zvuková přepážka (flat baffle)

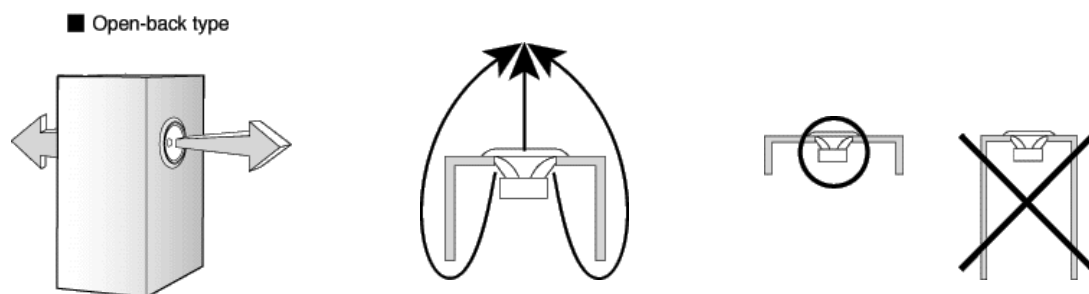
Plochá přepážka je nejjednodušší způsob, jak odizolovat strany membrány reproduktoru, aby nedošlo k vzájemnému vyrušení fází, viz kapitola 6.1. Reprodukty jsou namontovány na přepážce určité velikosti. Čím větší deska je, tím zřetelnější je reprodukce basového zvuku, protože zvuk ze zadní strany membrány musí urazit delší kruhovou vzdálenost, než se dostane k přední části přepážky (viz obr. 7.1). V aplikacích této metody musí být reproduktory umístěny mimo střed přepážky. Nevýhoda reprodukce basů je u této konstrukce vyvážena zvukem s větší otevřeností, zpravidla menším zkreslením zvuku a větší účinností reproduktoru, jelikož obě strany membrány při pohybu překonávají stejný tlak.



Obrázek 7.1 – Plochá zvuková přepážka [12]

7.2 Otevřená ozvučnice (open enclosure)

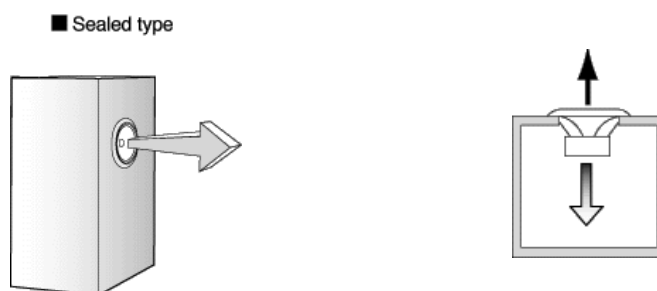
Tato konstrukce kompenzuje velikost ploché zvukové přepážky v závislosti na reprodukci basového zvuku. Tím, že jsou okraje přepážky zahnuty, je možné ozvučnici prostorově zmenšit. Okraje přepážky by však neměly být delší než šířka přepážky.



Obrázek 7.2 – Otevřená ozvučnice [12]

7.3 Uzavřená ozvučnice (sealed enclosure)

Uzavřená ozvučnice se skládá z přepážek, které naprosto oddělí vzniklé zvukové vlny ze stran membrány. Z tohoto důvodu posluchač slyší zvuk produkovaný pouze čelní stranou membrány reproduktoru. Nevýhodou uzavřených ozvučnic je malá účinnost reproduktoru a velmi zkreslený zvuk při špatně zvoleném objemu ozvučnice.



Obrázek 7.3 Uzavřená ozvučnice [12]

7.4 Polouzavřené ozvučnice

Polouzavřené ozvučnice využívají tlak, vzniklý kmitající zadní stranou membrány reproduktoru. Při správné konstrukci lze touto metodou takzvaného fázového převrácení rozšířit spodní hranici kmitočtového rozsahu a tím vylepšit basovou reprodukci zvuku.

Používané prvky v polouzavřených ozvučnicích:

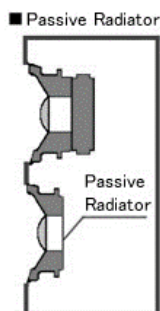
- Bass reflex
- Passivní membrána
- Bandpass

7.4.1 Bass-reflex

Tento prvek využívá efektu Helmholtzovy rezonance (fenomén vzdušné rezonance v dutině). Ozvučnice s bass-reflexem je propojena s vnějším prostorem prostřednictvím otvoru v ozvučnici. Otvor je většinou opatřen nátrubkem, který je obvykle ve tvaru válce nebo kvádra. Port má předem definovanou velikost (rozměry jsou důležité, protože nastavují určitou rezonanční frekvenci). Nevýhodou Bass-reflexových ozvučnic je náročnost na správné naladění portu a často rušivý projev portu při vyšších hlasitostech.

7.4.2 Pasivní membrána (passive radiator)

Pasivní membrána (reproduktor bez magnetu a cívky) je nejpoužívanějším prvkem u polouzavřených ozvučnic. Když se aktivní reproduktor pohybuje, jeho zadní strana vytváří tlak v ozvučnici, pasivní membrána se pohybuje následkem tohoto vzniklého tlaku. Výsledkem jsou stejné výsledky jako u bass-reflexového typu, s určitými rozdíly. Pasivní membrána nevytváří rušivé zvuky při větších hlasitostech, ale má omezenější prodloužení kmitočtového rozsahu.



Obrázek 7.4.2a - Polouzavřená ozvučnice s pasivní membránou [12]



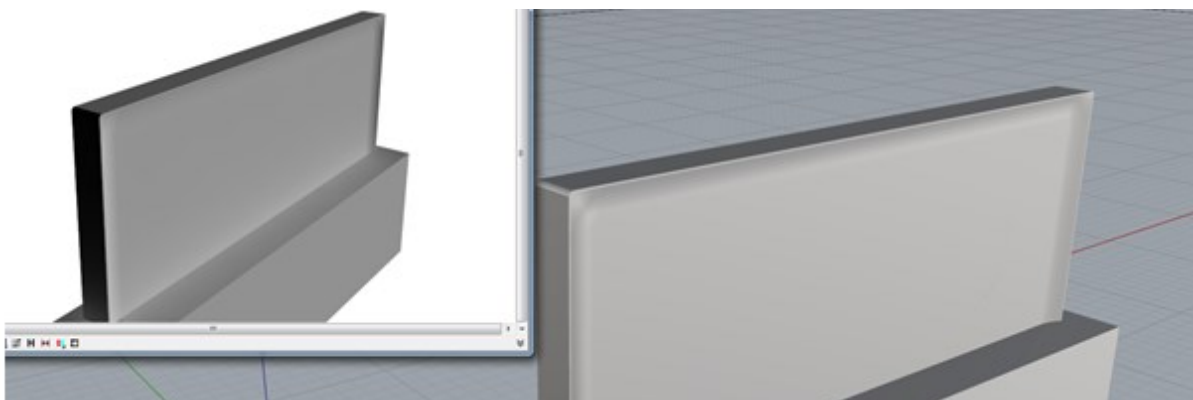
Obrázek 7.4.2b – Pasivní membrány [13]

8 Řešené prvky

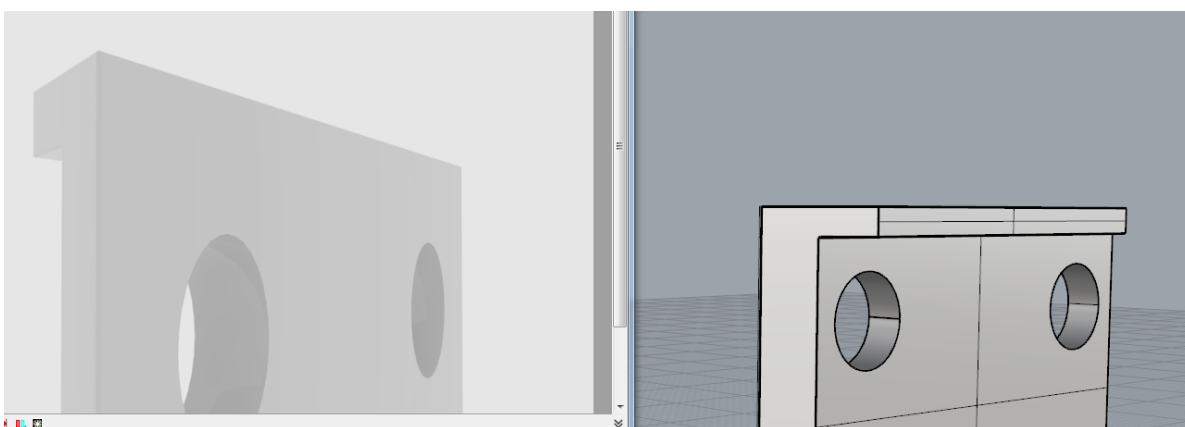
V mé bakalářské práci se zabývám návrhem držadla reproduktoru, které musí vyhovovat po pevnostní i ergonomické stránce. Dále řeším ovládací prvky reproduktoru, indikaci stavu baterie, ochrannou mřížku, možné atypické funkce reproduktoru, vzduchotěsnou konstrukci ozvučnic a konektivitu.

8.1 Držadlo

První varianty držadla využívají upravení tvaru hrany zvukové přepážky, ta je vyrobena z průhledného materiálu. Výhodou těchto variant je zajímavé lámání světla ve výsledných hranách a nijak nenarušený design reproduktoru držadlem. Pro všechny vizualizace jsem použil program Rhinoceros 5.

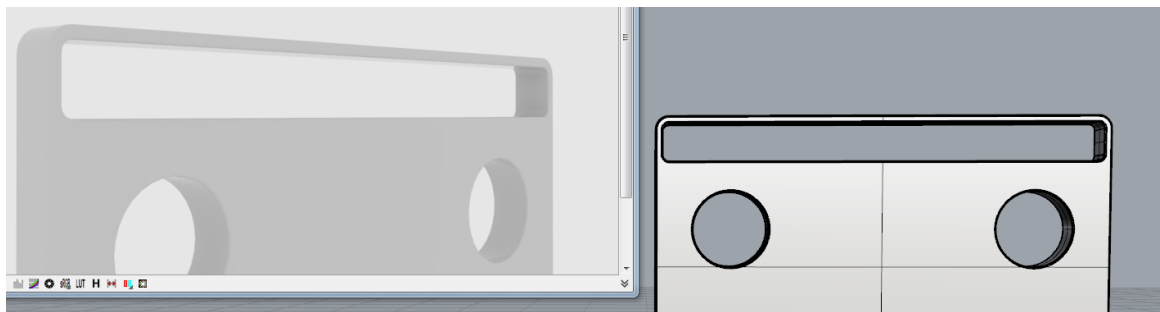


Obrázek 8.1.1 – Varianta držadla se zaoblenými hranami skla



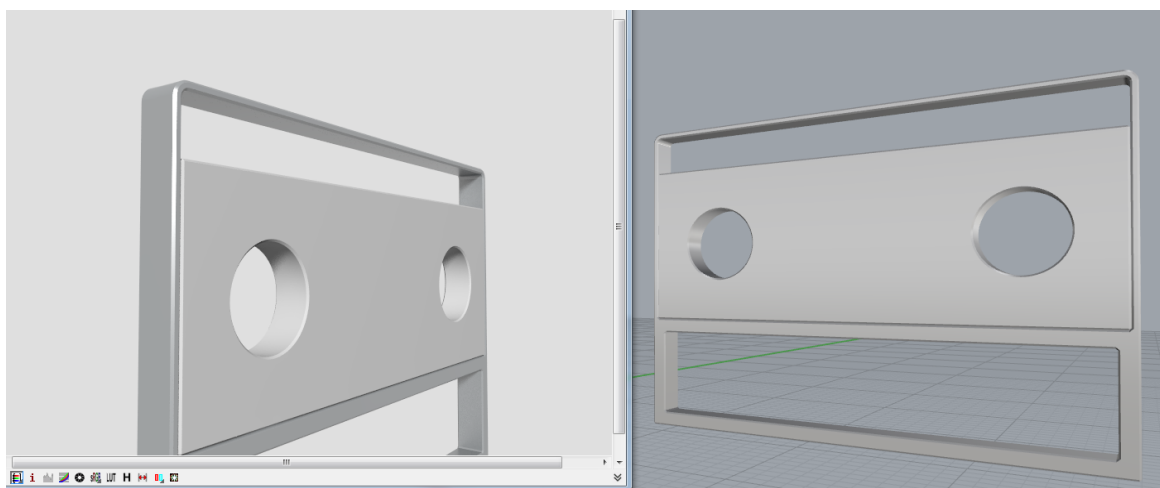
Obrázek 8.1.2 – Varianta držadla s horním převisem

Další možné řešení je výřez v průhledné zvukové přepážce, který by sloužil jako držadlo reproduktoru. Problémem této varianty je samotný průhledný materiál držadla. Z estetického hlediska musí vzniklá tloušťka materiálu být taková, aby držadlo nepůsobilo příliš hrubě. Dále jsem se touto variantou nezabýval, jelikož materiál držadla není příliš vhodný z pevnostního hlediska a praktického (viditelné otisky prstů apod.)



Obrázek 8.1.3 – Varianta s výřezem

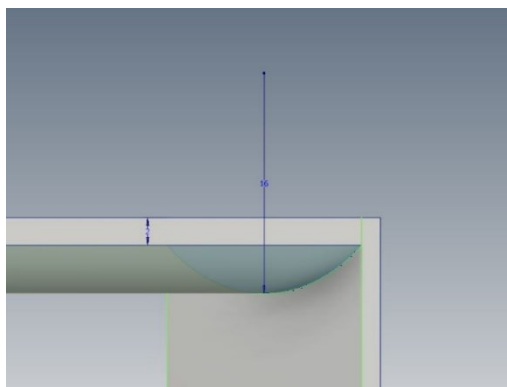
Konečná varianta je inspirována variantou s výřezem, viz obrázek 8.1.3. Avšak místo výřezu jsem kolem průhledné zvukové přepážky vytvořil rám, který přes ni přesahuje. Díky tomu vznikne mezi rámem a přepážkou prostor pro držení reproduktoru. Spodní konstrukce rámu navíc umožní ukotvení přední a zadní části ozvučnice (kapitola 8.5).



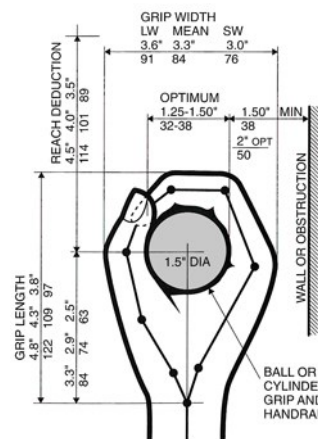
Obrázek 8.1.4 Vybraná varianta

8.1.1 Ergonomie držadla

Cílem je navrhnout držadlo tak, aby co nejvíce svým tvarem odpovídalo tvaru ruky. Toho lze dosáhnout tak, že se spodní strana držadla zaoblí na optimální rádius (16 - 19 mm) viz obrázek 8.1.1b. Zvolil jsem rádius 16 mm.



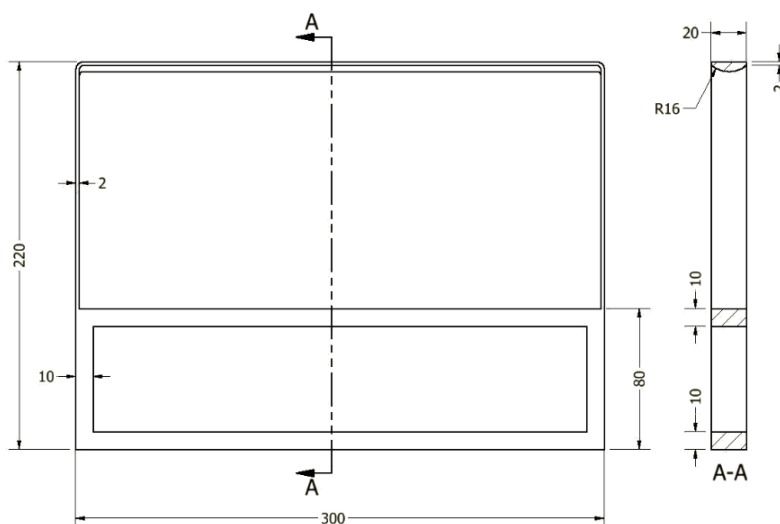
Obrázek 8.1.1a – Zaoblení držadla



Obrázek 8.1.1b – Ergonomická studie ruky [14]

8.1.2 MKP pevnostní analýza držadla/rámu

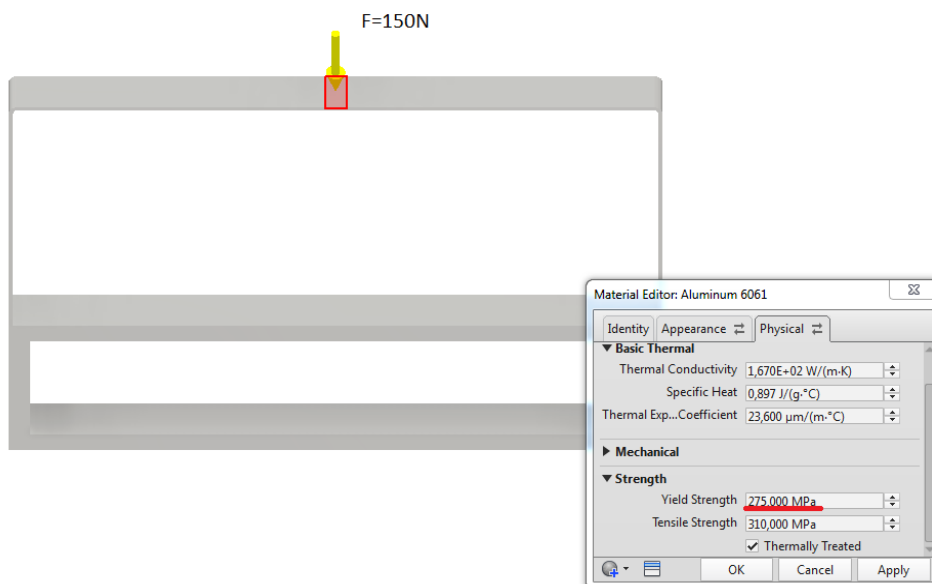
Řešená součást je rám, který zároveň slouží jako držadlo reproduktoru. 3D model rámu byl vypracován v programu Autodesk Inventor Professional 2016. Stejný program byl použit i pro zhotovení pevnostní analýzy. Jelikož se jedná o součást přenosného reproduktoru, zabývám se v této analýze hlavně tuhostí horní části rámu, protože na součást nebudou působit nijak velké vnější síly. Největší zatížení by mohlo vzniknout třeba tak, že se člověk silněji zapře o držadlo. Jelikož se jedná o nejslabší část rámu, která navíc bude přenášet vzniklé síly při manipulaci s reproduktorem, zbytek součásti bude silně naddimenzován a není třeba ho pevnostně řešit.



Obrázek 8.1.2a – Základní rozměry rámu

Zvolení materiálu a zatížení

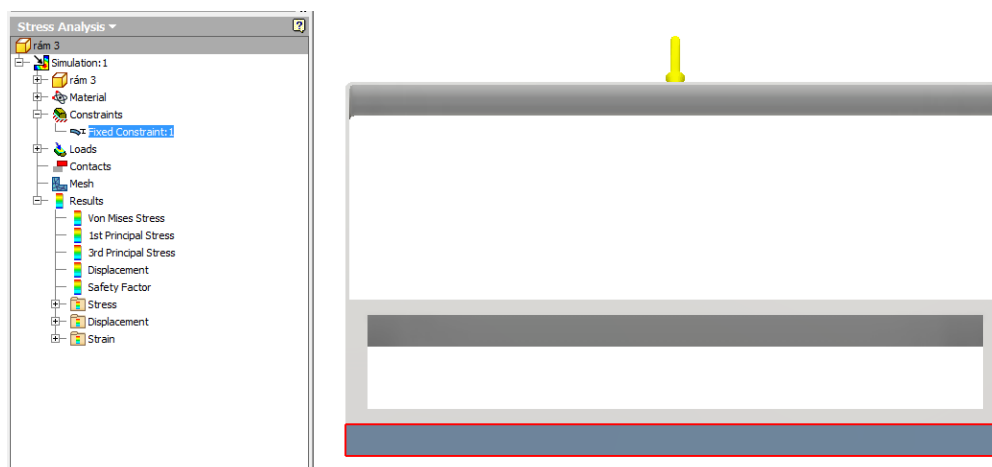
Velikost zatěžovací síly jsem zvolil 150 N, abych nasimuloval nepravděpodobné, avšak stále reálné podmínky. Umístění síly jsem volil na střed držadla a působí na ploše 2 cm². Jako materiál rámu jsem vybral hliník 6061-T6, který se díky své pevnosti a hmotnosti běžně používá například u rámu jízdních kol. Mez kluzu u materiálu 6061 velmi závisí na tepelném zpracování. Mez kluzu u tepelného zpracování T6 je 275 MPa.



Obrázek 8.1.2b – Zatížení a materiál

Okrajové podmínky

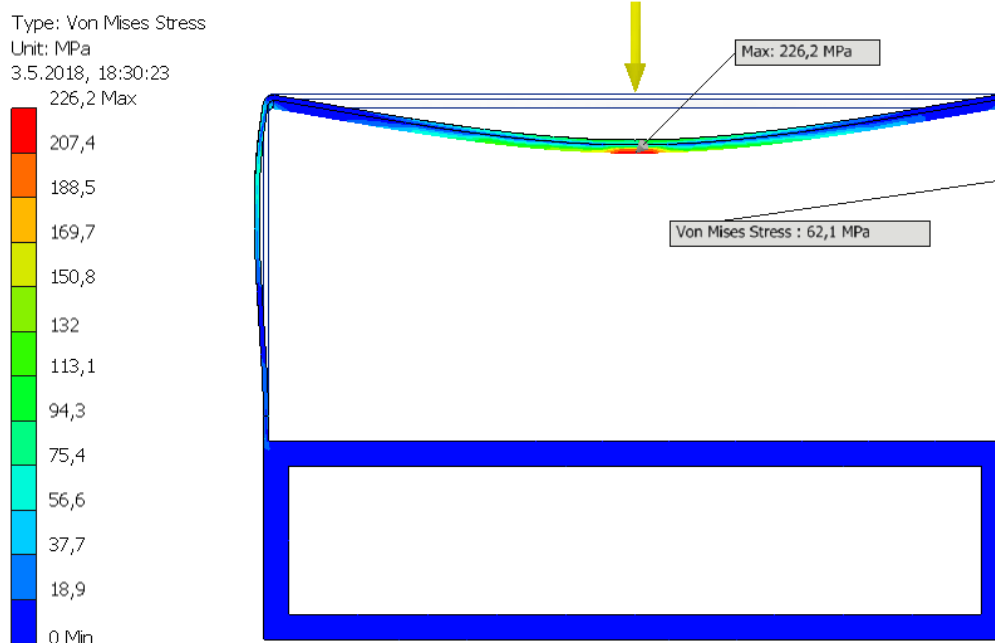
Jako jedinou okrajovou podmínku jsem zvolil pevnou vazbu na spodní plochu rámu. Tato vazba sice zpevní spodní část konstrukce, ta však nemá na držadlo žádný vliv, a proto ji lze použít.



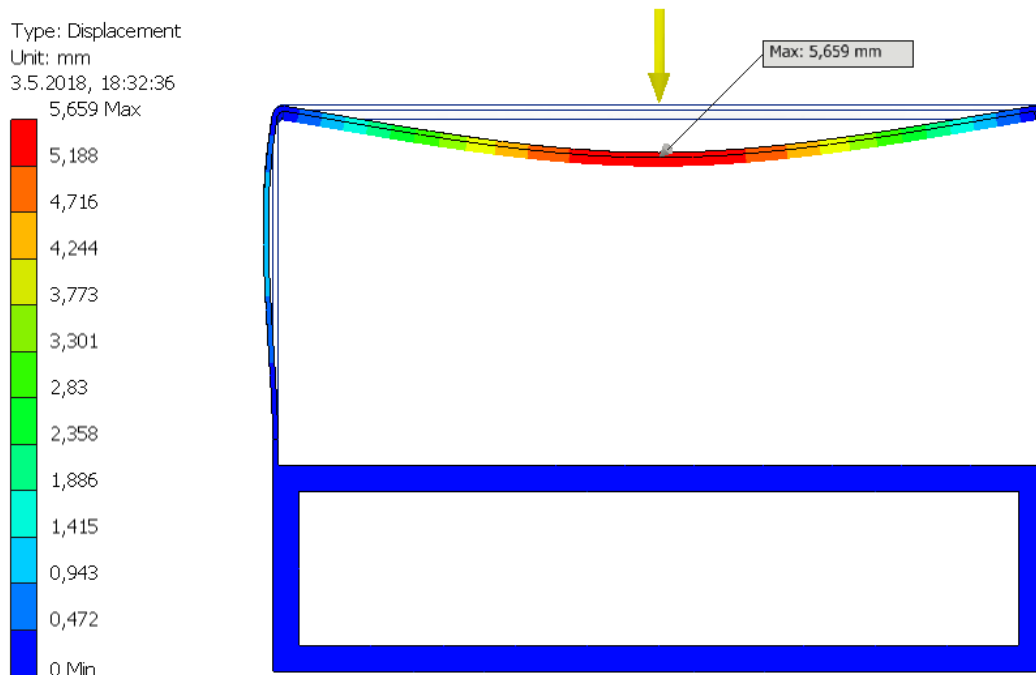
Obrázek 8.1.2c – Okrajové podmínky

Výsledky MKP analýzy

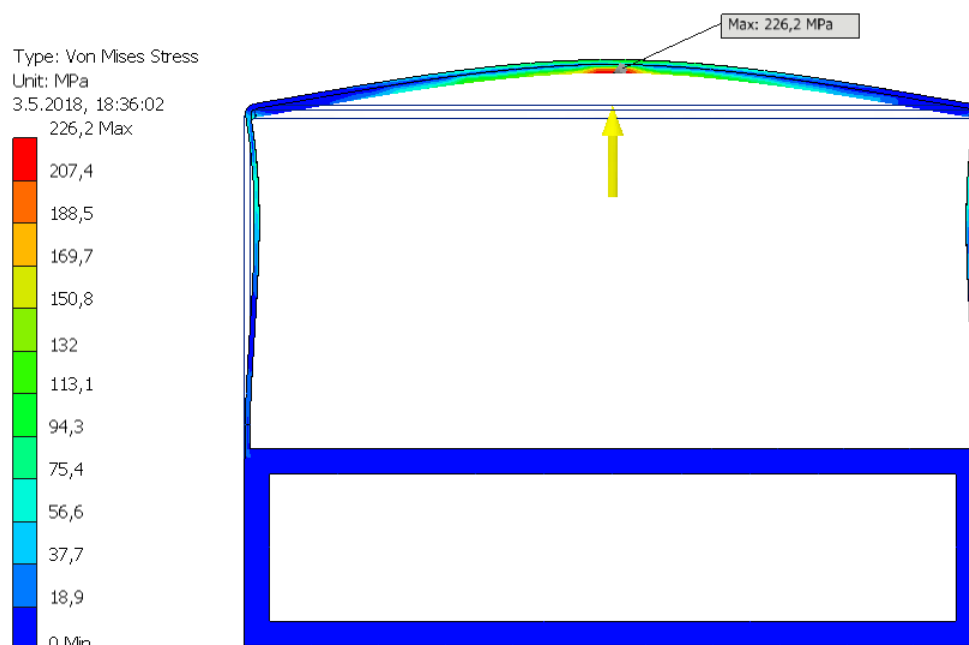
Maximální napětí vniklo uprostřed držadla o hodnotě 226,2 MPa, jelikož mez kluzu hliníku 6061-T6 je 275 MPa, držadlo pro zvolené zatížení pevnostně vyhovuje. Maximální průhyb držadla je 5,6 mm, což je při zatížení 15 kg stále vyhovující hodnota. Při běžném zatížení držadla reproduktoru (3-5 kg) se průhyb pohybuje cca do 0,5-1,5 mm.



Obrázek 8.1.2d – Napětí HMM

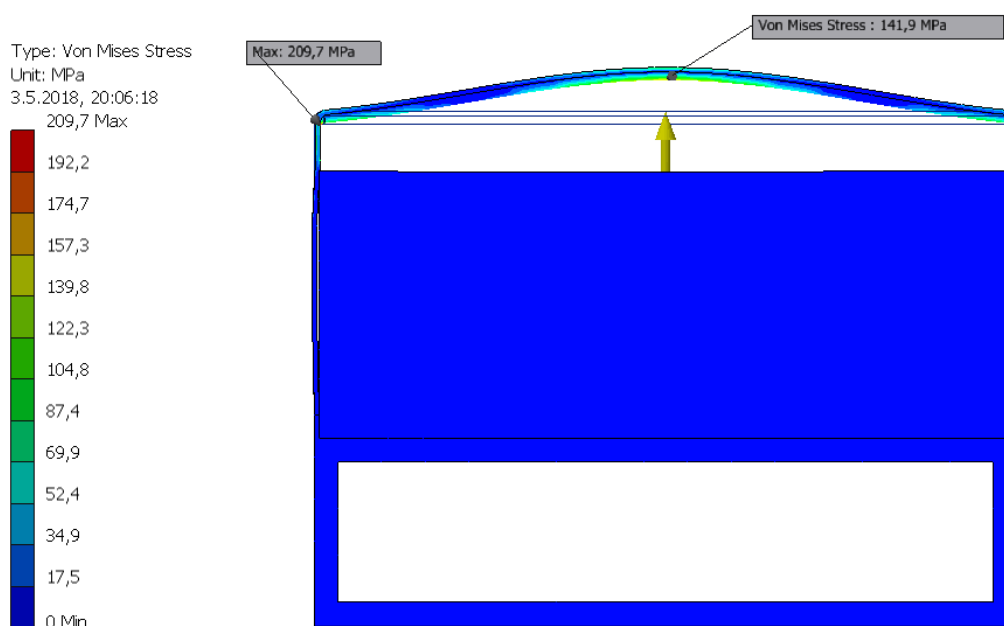


Obrázek 8.1.2e – Posunutí v mm



Obrázek 8.1.2f – Opačný účinek síly 150N

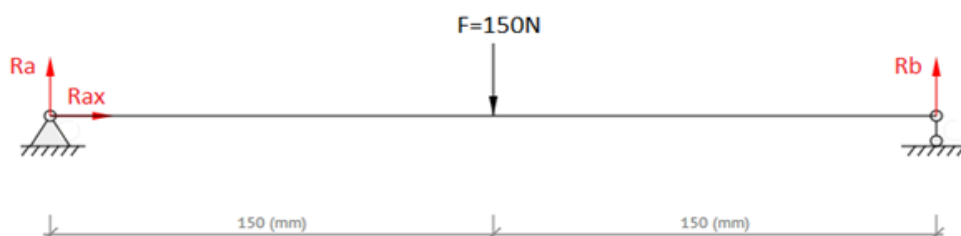
Na obrázku 8.1.2g je výsledek analýzy rámu s polykarbonátovou zvukovou přepážkou. Jako dotečky polykarbonátu s rámem jsem volil separace. Z výsledku analýzy lze vidět, že maximální napětí je v ohybech držadla o hodnotě 209,7 MPa a napětí na středu držadla pokleslo na 141,9 MPa. Průhyb ve středu držadla se snížil z 5,6 mm na 3,5 mm. K lepení polykarbonátu s hliníkem je třeba zvolit vhodné lepidlo. Nejvhodnějším lepidlem je dvousložkový epoxid, viz příloha B.



Obrázek 8.1.2g – Analýza s polykarbonátovým sklem

8.1.3 Kontrola prohnutí zjednodušeným výpočtem

Držadlo nahradím jednoduchým nosníkem s jednou podpěrou kloubovou a druhou podpěrou kloubovou posuvnou. Pro výpočet průhybu v působišti síly F použiji Castiglianovu větu, která vypočítává posuvy působíště síly jako parciální derivaci energie napjatosti podle působící síly. Jelikož je nosník symetrický, reakce budou rovny polovině zatěžující síly.



Obrázek 8.1.3a – Nahrazení držadla zjednodušeným nosníkem

Výpočet průhybu provedu dle vztahu (8.1) :

$$w = \frac{1}{EI} \int_l M_{(x)} \frac{\partial M_{(x)}}{\partial F} dx \quad (8.1)$$

Rozdělení nosníku na úseky x_1 a x_2 :



Obrázek 8.1.3b – Zvolení úseků x_1 a x_2

Pro každý úsek musím vyjádřit moment $M(x)$, který na daném úseku působí:

$$x_1 \in < 0; 150 >$$

$$M_{(x_1)} = R_a x_1$$

$$\frac{\partial M_{(x_1)}}{\partial F} = \frac{1}{2} x_1$$

$$x_2 \in < 0; 150 >$$

$$M_{(x_2)} = R_b x_2$$

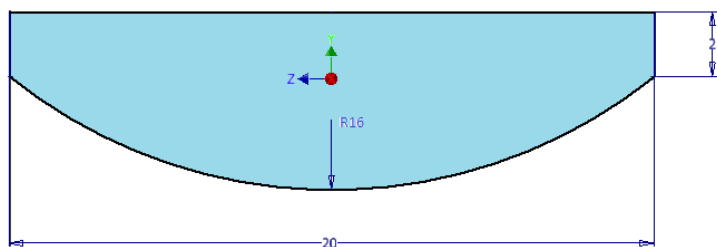
$$\frac{\partial M_{(x_2)}}{\partial F} = \frac{1}{2} x_2$$

Dosazení momentů a parciálních derivací do vztahu (8.1) lze vidět v rovnici (8.2) :

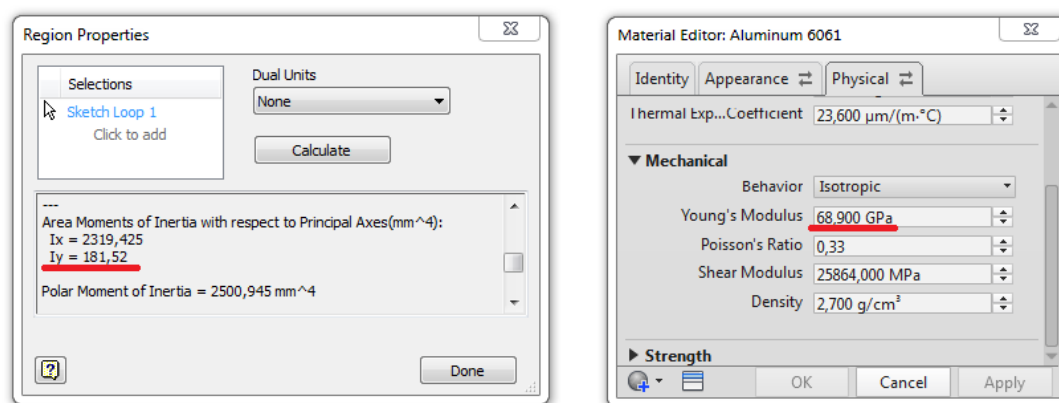
$$W_F = \frac{1}{EI} \left[\int_0^{150} R_a x_1 \frac{1}{2} x_1 + \int_0^{150} R_b x_2 \frac{1}{2} x_2 \right] \quad (8.2)$$

$$W_F = \frac{1}{EI} \left[R_a \frac{x_1^3}{6} + R_b \frac{x_2^3}{6} \right] \begin{matrix} 150 \\ 0 \end{matrix}$$

Moment setrvačnosti průřezu a Youngův modul jsem zjistil pomocí programu Autodesk Inventor Profesional 2016. $I_y = 228,68 \text{ mm}^4$. Youngův modul pro hliník 6061-T6 je 68,9 GPa.



Obrázek 8.1.3c – Profil držadla



Obrázek 8.1.3d – Moment setrvačnosti a Youngův modul

Dosazení a do vztahu (8.2):

$$W_F = \frac{1}{68900 \cdot 181.52} \left[75 \cdot \frac{150^3}{6} \cdot 2 \right] = 6,74 \text{ mm} \quad (8.3)$$

Zhodnocení pevnostní analýzy:

Z výsledků jsem zhodnotil, že rám jako držadlo bezdrátového reproduktoru, je díky zvolenému materiálu dostatečně tuhý a pevnostně vydrží i neobvyklé zatížení. Dále jsem zjednodušeným výpočtem zkontroloval, jestli vypočtená hodnota průhybu z rovnice (8.3) je přibližně stejně velká jako hodnota z analýzy MKP a můžu ji považovat za správnou. Rám vyhovuje i z hlediska hmotnostního, jelikož jeho váha je 0,48 kg. Nevýhodou zvoleného materiálu jsou však vyšší výrobní náklady.

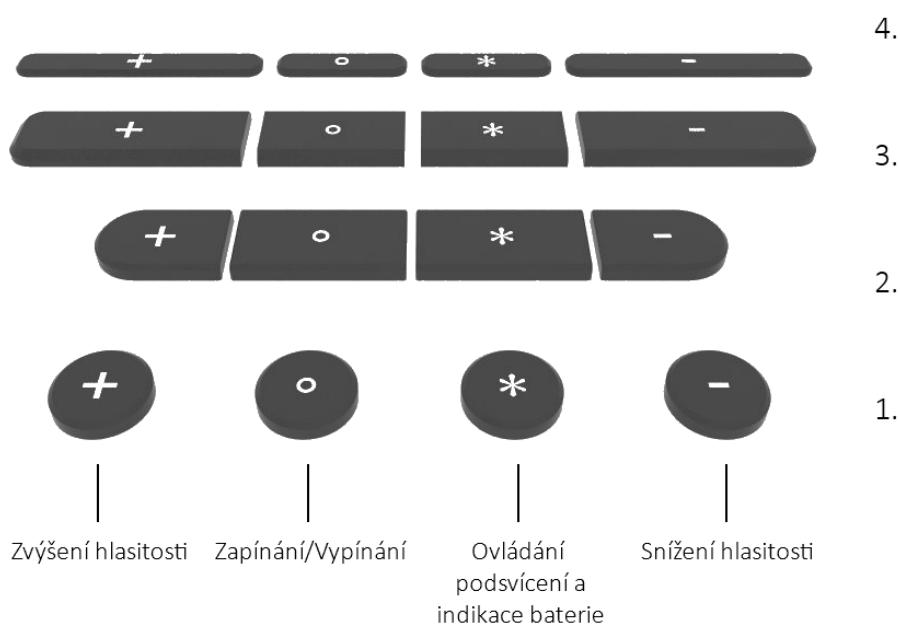
8.2 Ovládací prvky

Z důvodu bezdrátového propojení přenosných reproduktorů s mobilním telefonem není třeba jiných ovládacích prvků než tlačítka pro zapínání a vypínání reproduktoru, protože ostatní funkce jdou ovládat bez fyzického kontaktu s reproduktorem, toto řešení by však v mnoha případech nebylo praktické. Snažil jsem se tedy o co nejvíce minimalistický návrh ovládacích prvků reproduktoru s ohledem na praktičnost.

Vybrané ovládací prvky:

- Zapínání/vypínání
- Ovládání hlasitosti
- Ovládání podsvícení/zobrazení stavu baterie

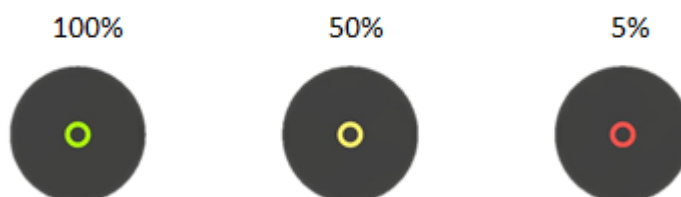
Na obrázku 8.2.1 jsou zobrazeny varianty tvarů tlačítek, ze kterých jsem vybral variantu č. 1, protože nejvíce koresponduje s celkovým designem reproduktoru. Symboly tlačítek jsou podsvícené pro lepší orientaci ve tmě. Pro vypínání a zapínání podsvícení nebo pro vypnutí zobrazení stavu baterie (viz kapitola 8.2.1) slouží samostatné tlačítko, které tyto dvě funkce rozlišuje podle délky jeho stisknutí.



Obrázek 8.2.1 – Ovládací prvky

8.2.1 Zobrazení stavu baterie

Vypracoval jsem dvě varianty indikace stavu baterie. První varianta využívá podsvícení tlačítka pro zapínání a vypínání reproduktoru. Toto tlačítko je podsvícené RGB Diodou, která mění svou barvu podle stavu baterie, viz obrázek 8.2.1a.



Obrázek 8.2.1a – Barva podsvícení podle procentuálního zůstatku energie v baterii

Druhý možný způsob indikace využívá 3D laserové gravírování, touto moderní technologií vytváří laser ohnisko uvnitř průhledných materiálů, jako je třeba sklo, polykarbonát, akryl a podobně. Vygravírovat do těchto materiálů lze jakýkoliv trojrozměrný i dvourozměrný tvar. Výsledná viditelná sktruktura vzniká mikro-bublinkami způsobenými výbuchy v ohnisku laseru. Při podsvícení průhledného dílu vygravírovaná struktura láme světlo, a může tedy sloužit jako indikátor stavu baterie podobným způsobem jako v první variantě.



Obrázek 8.2.1b – Vygravírované auto ve 3D [15]

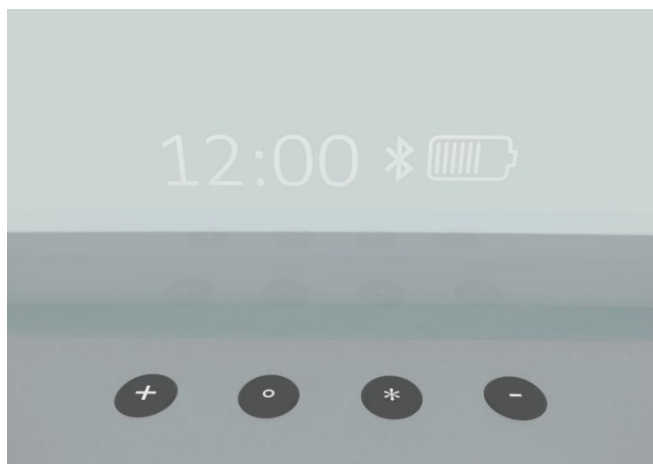
8.3 Možné přidané funkce

Průhledná zvuková přepážka nabízí možnost použití transparentního OLED displeje (viz obrázek 8.3.1) jako zobrazovače. Takovýto displej lze do přepážky laminovat a může zobrazovat například stav baterie, čas, sílu přijímaného signálu, název puštěné skladby, a podobně. Vizualizace takového displeje je na obrázku 8.3.2. Zajímavou možností využití transparentního OLED displeje je jeho kombinace s umělou inteligencí (viz kapitola č. 3), virtuální asistent by v tomto případě mohl s uživatelem reproduktoru interagovat audiovizuálně.

Další funkcí reproduktoru, za předpokladu použití první varianty indikace stavu baterie (viz kapitola 8.2.1), může být osvětlení pracovní desky stolu. Tohoto lze dosáhnout použitím druhé varianty indikace stavu baterie (viz kapitola 8.2.1), s výjimkou, že vygravírovaná struktura v přepážce bude sloužit jako zdroj světla. Při vypnutém podsvícení může struktura sloužit jako dekorativní vzor. Případně může být do přepážky vygravírován vzor podle přání zákazníka. Nepodsvícený vygravírovaný vzor automobilu ve 3D lze vidět na obrázku 8.2.1b.



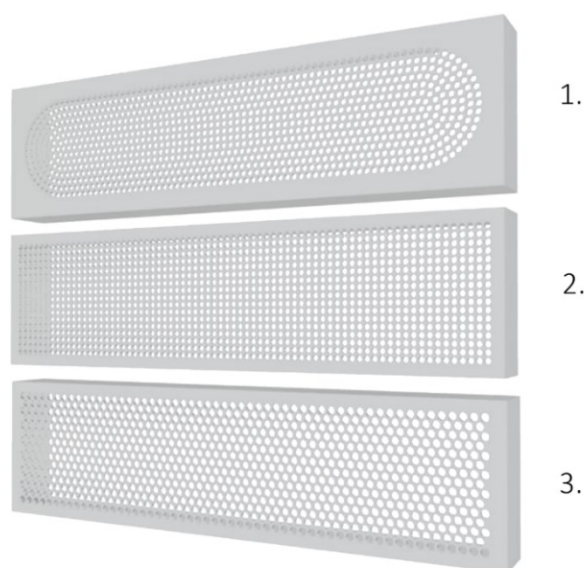
Obrázek 8.3.1 – Transparentní OLED display Lumineq [16]



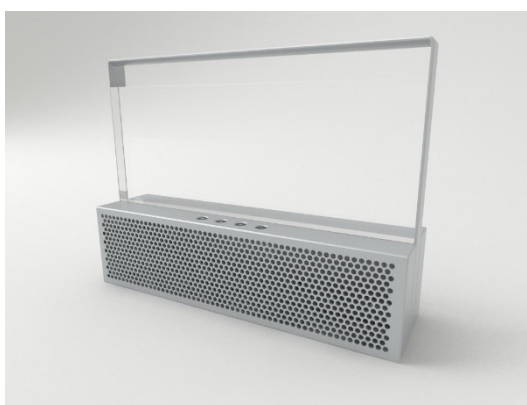
Obrázek 8.3.2 – Vizualizace transparentního OLED displeje

8.4 Ochranná mřížka

Ochranné mřížky jsou důležitým prvkem reproduktorů, musí být navrženy tak, aby ochránily membránu reproduktoru a zároveň nezpůsobovaly blokování produkovaného zvuku. V nejhorším případě může mřížka v určitých frekvencích rezonovat. Právě z těchto důvodů se v praxi často ochranné mřížky z reproduktorů odebírají, protože jsou nevhodně navrženy. Abych zabránil těmto problémům, rozhodl jsem se, že přední díl reproduktoru bude sloužit zároveň jako ochranná mřížka, a bude vyroben z jednoho kusu materiálu. Na obrázku 8.4.1 jsou vyobrazeny tři různé varianty různých vzorů děr v předním dílu reproduktoru. Vybral jsem třetí vzor, protože přesazením děr mřížka dosáhne ideálního poměru průchodnosti zvuku a ochrany reproduktorů. Vizualizace předního dílu společně s rámem, zadním dílem, ovládacími prvky a zvukovou přepážkou bez reproduktorů lze vidět na obrázku 8.4.2.



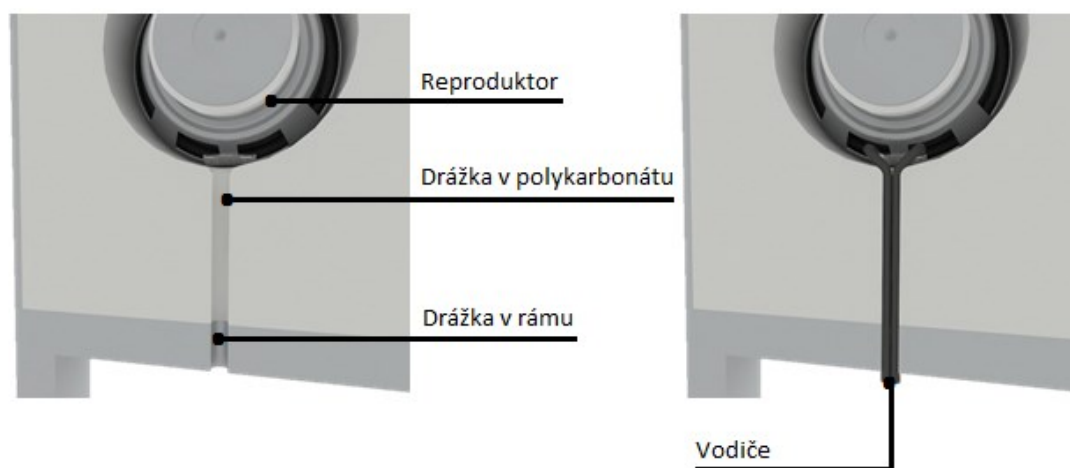
Obrázek 8.4.1 – Varianty vzorů děr



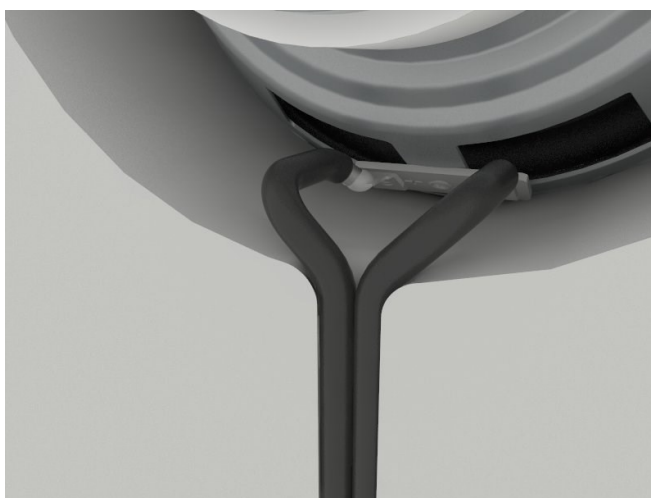
Obrázek 8.4.2 – Vizualizace vybraného vzoru

8.5 Konstrukce ozvučnic

Celkem jsou v zařízení čtyři reproduktory, dva v každé ozvučnici. Reproductory, které jsou umístěny v průhledné zvukové přepážce, viz kapitola 7.4, jsou dovnitř lepeny dvousložkovým epoxidem, viz příloha A. Vodiče jsou k reproduktorům přivedeny přes otvory v rámu a jsou zasazeny do drážek, které jsou vyfrézovány do zadní strany přepážky. Vhodný typ reproduktorů a další elektroniky je v příloze C.

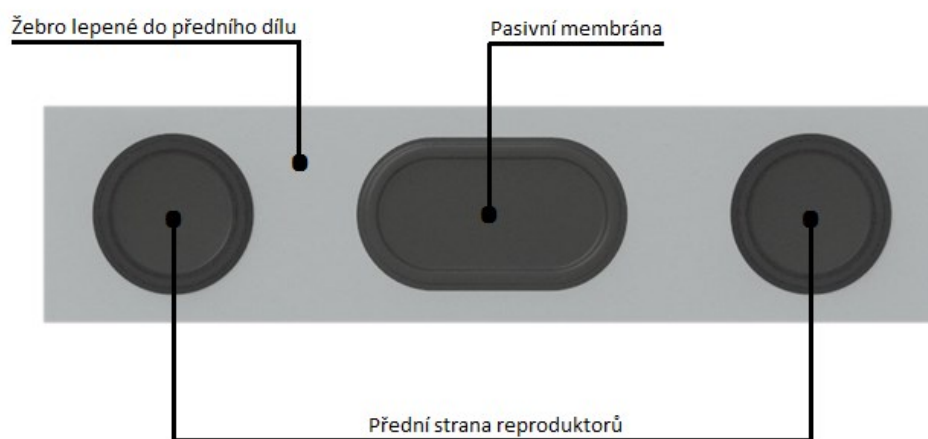


Obrázek 8.5.1 – Reproductory v ploché zvukové přepážce

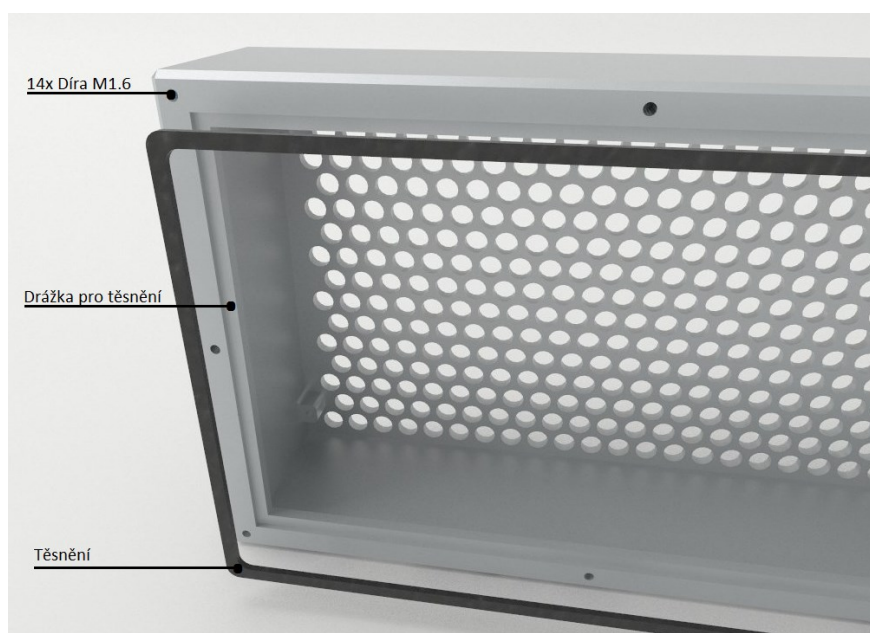


Obrázek 8.5.2 – Vizualizace přivedených vodičů k reproduktoru

Další dva reproduktory s pasivní membránou jsou umístěny v polouzavřené ozvučnici, viz kapitola 7.4. Polouzavřená ozvučnice se skládá ze tří vzduchotěsně spojených dílů. Přední díl a zadní díl je spojen s rámem šrouby (typ šroubů je v příloze B), vzduchotěsnost je zaručena kaučukovým těsněním, které bude umístěno do drážek v předním i zadním díle, po utažení šroubů se těsnění přitlačí k rámu. Vzduchotěsnost polouzavřené ozvučnice je důležitá, jelikož pasivní membrána potřebuje pro svou funkci vyprodukovaný tlak ze zadních stran membrán reproduktoru. Reproductory i pasivní membrána jsou lepeny do žebra, které je zde pro jejich upevnění a oddělení vnitřních i vnějších stran membrán reproduktorů. Samotné žebro je přišroubováno na vnitřní zarážky v předním dílu a pro dosažení vzduchotěsnosti spoje je po obvodu utěsněno silikonem, viz příloha B.



Obrázek 8.5.3 – Reproductory s pasivní membránou v žebro



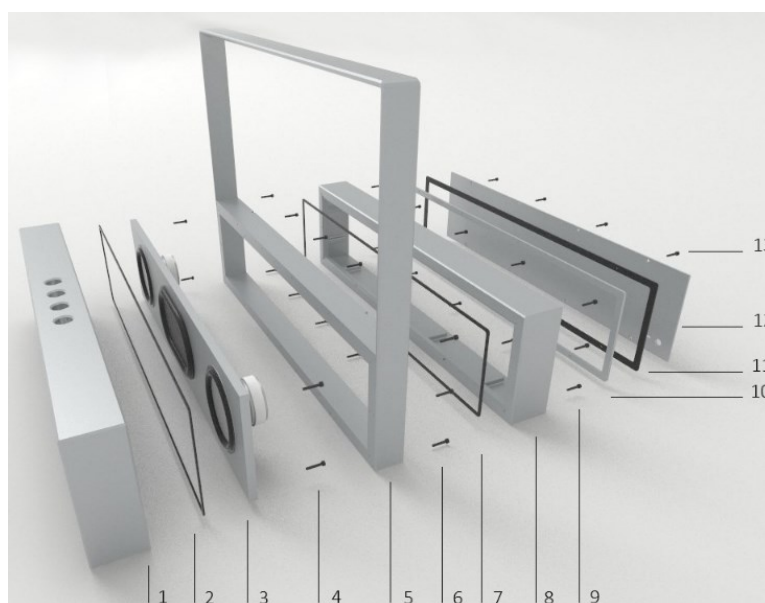
Obrázek 8.5.4 – Pohled na zadní stranu předního dílu ozvučnice

Zadní díl je upevěn k zadní stěně rámu, čímž zakrývá zapuštěné šrouby, které spojují rám s předním dílem. Zadní díl je uzavřen krytem. Vzduchotěsnost krytu je řešena podložkou a těsněním. Podložka je volně usazena na zarážkách, které jsou vyfrézovány do zadního dílu. Uprostřed osmi zarážek je díra M1,6, sloužící pro spojení krytu se zadním dílem. Při utažení krytu dojde k mírnému zploštění kaučukového těsnění o podložku a vzniklý přesah vzduchotěsně utěsní vnitřní prostor.



Obrázek 8.5.5 – Pohled na zadní stranu zadního dílu ozvučnice

Tabulka 8 – Popis obr. 8.5.6



1	Přední díl
2	Přední těsnění
3	Žebro
4	4x ISO 4762 - M1,6 x 80
5	Rám
6	14x ISO 4762 - M1,6 x 10
7	Těsnění zadního dílu
8	Zadní díl
9	12x ISO 4762 - M1,6 x 10
10	Přítlační podložka
11	Těsnění krytu
12	Kryt
13	8x ISO 4762 - M1,6 x 10

Obrázek 8.5.6 – Ozvučnice v rozložení s očíslovanými prvky

8.6 Konektivita

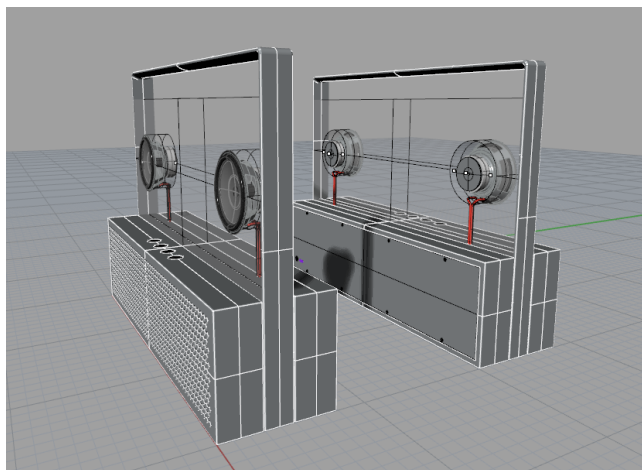
Konektivita obecně znamená spojení či propojení elektronických zařízení. Čím větší je konektivita reproduktoru, tím více zařízení je možné k němu připojit a zvýšit tím jeho praktické využití. Ve svém návrhu rozlišuji dva druhy konektivity, bezdrátovou a drátovou. U přenosných reproduktorů se nejvíce používají dvě bezdrátové technologie, Bluetooth a Wi-Fi. Každá má své výhody i nevýhody. Bluetooth je téměř všudypřítomnou technologií a univerzálně kompatibilní; široká škála zařízení ji používá. Nevýhodou oproti Wi-Fi je menší dosah. Obě tyto technologie jsou schopny bezdrátového přenosu dat, bluetooth pro bezdrátový přenos používá kodek aptX, pro bezdrátový přenos však musí touto technologií disponovat obě připojená zařízení. Proto jsem se ve svém návrhu rozhodl pro použití obou těchto technologií. Jako drátovou konektivitu zařízení jsem se rozhodl zvolit dva konektory. První typ konektoru je USB-C, který slouží jak pro nabíjení, tak pro přenos audia. Druhým konektorem je klasický stereo 3,5 mm JACK. Umístěny jsou na zadní straně reproduktoru, vizualizace konektorů je na obrázku 8.6.



Obrázek 8.6 – Vizualizace konektorů umístěných v krytu

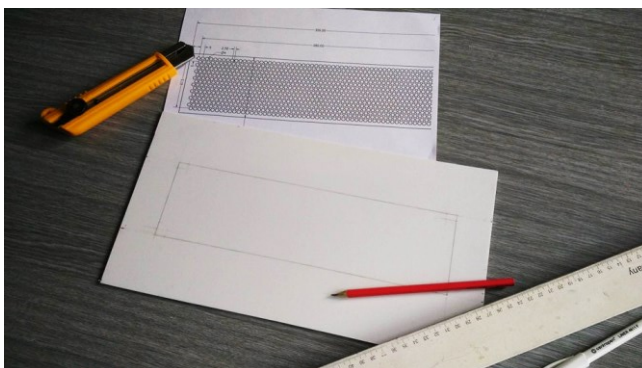
9 Práce na fyzickém modelu

Při výrobě fyzického modelu jsem vycházel z rozměrů součástí, již vytvořeného počítačového modelu, viz obrázek 9.1. Rozměry součástí vytvořených pro fyzický model jsem přizpůsobil tloušťce použitého materiálu. K výrobě polouzavřené ozvučnice a rámu fyzického modelu jsem se rozhodl pro použití plastové ABS desky.

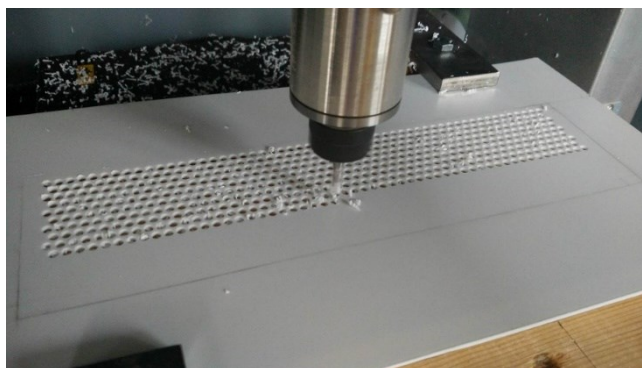


Obrázek 9.1 – Model vytvořený v programu Rhinoceros

Pro dělení desky na požadované rozměry jsem nakreslil vodící čáry na řezaném materiálu podle připravených předloh. Desku jsem podle čar povrchově nařezal vysouvacím nožem a následně zlomil o hranu stolu. Zaoblení držadla jsem zhotovil ohýbáním zahřátého ABS horkovzdušnou pistolí. Děrovaný vzor mřížky reproduktoru jsem vyfrézoval podle souřadnic, které jsem zadával do softwaru frézky, podle zhotoveného výkresu vzoru mřížky, po vyfrézování vzoru jsem odřezal zbylý přesah, který sloužil pro upnutí desky do frézky a odstranil vzniklé špony brusným papírem. Po zhotovení všech částí zbývalo tyto části slepit, k tomu jsem použil lepidlo Pattex chemoprén, kterým je možné lepit širokou škálu materiálů včetně ABS.



Obrázek 9.2 – Příprava desky k vyfrézování



Obrázek 9.3 – Frézování mřížky

10 Závěr

V mé bakalářské práci jsem se zabýval designovým návrhem multifunkčního bezdrátového reproduktoru. Cílem práce bylo navrhnout reproduktor tak, aby díky svému designu přinesl do odvětví přenosné audiotechniky nové koncepční řešení, atypické funkce a přitom si zachoval minimalistický design. Předešlé kapitoly dokazují, že vytýčené cíle jsem splnil díky netradičnímu spojení dvou zcela odlišných ozvučnic. Snažil jsem se nastínit možné použití moderních technologií, jako je 3D laserové gravírování, nebo transparentní OLED zobrazovač s možným audiovizuálním virtuálním asistentem. V práci jsem řešil také ergonomický návrh držadla reproduktoru a následně provedl jeho pevnostní MKP analýzu, spolu s kontrolou její správnosti zjednodušeným výpočtem. Dále jsem se v práci zabýval ovládacími prvky, popisem konstrukčního vyřešení obou ozvučnic a konektivitou.

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Dr. Ing. Anně Plchové a panu MgA. Petru Neničkovi za poskytnuté konzultace, odbornou pomoc a za užitečné rady a připomínky.

11 Seznam použité literatury

- [1] Beoplay P2 [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://tech2cool.com/products/bang-and-olufsen-beoplay-p2-umber-portable-bluetooth-speaker>>
- [2] DALI KATCH [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<http://www.audioaffair.co.uk/dali-katch-wireless-bluetooth-speaker>>
- [3] *JBL Charge 3* [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://www.okay.cz/jbl-charge-3-cerna-2/>>
- [4] COPENHAGEN [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://shophorne.com/products/copenhagen-wireless-speaker>>
- [5] Devialet Phantom [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<http://soundhausnz.com/product/devialet-phantom/>>
- [6] Devialet Phantom [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<http://www.audioaffair.co.uk/devialet-phantom-active-wireless-speaker-single>>
- [7] Google Home [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://botanalytics.co/blog/2018/03/20/ok-google-top-google-home-skills/>>
- [8] Apple Homepod [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <https://www.apple.com/homepod/>
- [9] RT 20-S [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <https://www.pinterest.com/pin/342977327864667139/>
- [10] Transparent Speaker [online]. [cit. 2018-05-13].
Dostupné z: <<http://www.peoplepeople.se/transparent-speaker/>>
- [11] Revo SuperSystem [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://revo.co.uk/products/supersignal/>>
- [12] FOSTINEXINTERNATIONAL [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z:
<https://www.fostexinternational.com/docs/speaker_components/enclosures.shtml>

- [13] Pasivní membrány [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <<https://www.amazon.co.uk/Winwill-77x46mm-Radiator-Auxiliary-Vibration/dp/B072J3VFBY>>
- [14] Ergonomie ruky [online]. [cit. 2018-05-11].
Dostupné z: <https://www.bayly.com.au/news-about-the-product-and-industrial-design-industry/38-news-about-the-product-and-industrial-design-industry/162-handles-and-hand-grips-a-practical-guide>
- [15] 3D Gravírování laserem [online]. [cit. 2018-05-13].
Dostupné z: <<http://www.yiwushiningcrystal.com/a3d-glass-block>>
- [16] Transparentní OLED Displej [online]. [cit. 2018-05-13].
Dostupné z: <http://www.controlsdrivesautomation.com/page_404464.asp>
- [17] Wikipedia [online]. [cit. 2018/05/13].
Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_speaker>
- [18] ISO4762 [Online]. [cit. 2018/05/14].
Dostupné z: <<http://www.fasteners.eu/cs/standards/ISO/4762/>>
- [19] LOCTITE EA 3430 [online]. [cit. 2018/05/14].
Dostupné z: <[https://www.lepidlatmely.cz/user/related_files/technicky-list-loctite-ea-3430\(2\).pdf](https://www.lepidlatmely.cz/user/related_files/technicky-list-loctite-ea-3430(2).pdf)>
- [20] AR 94201 [Online]. [cit. 2018/05/15].
Dostupné z: <http://www.auratech.cz/Auratech/media/auratech/Technicke-listy/Tesnici%20hmoty/AR_94200_94201_94205_technicky_list.pdf>
- [21] Panasonic Li-Ion NCR18650PF [online]. [cit. 2018/05/15].
Dostupné z: <<https://www.fasttech.com/product/1455000-panasonic-ncr18650pf-3-6v-2900mah-rechargeable-li>>
- [22] Dayton Audio [online]. [cit. 2018/05/15].
Dostupné z: <<http://www.daytonaudio.com>>

Použité programy:

Autodesk Inventor 2016

Rhinoceros 5.0, renderovací modul V-Ray

12 Seznam příloh

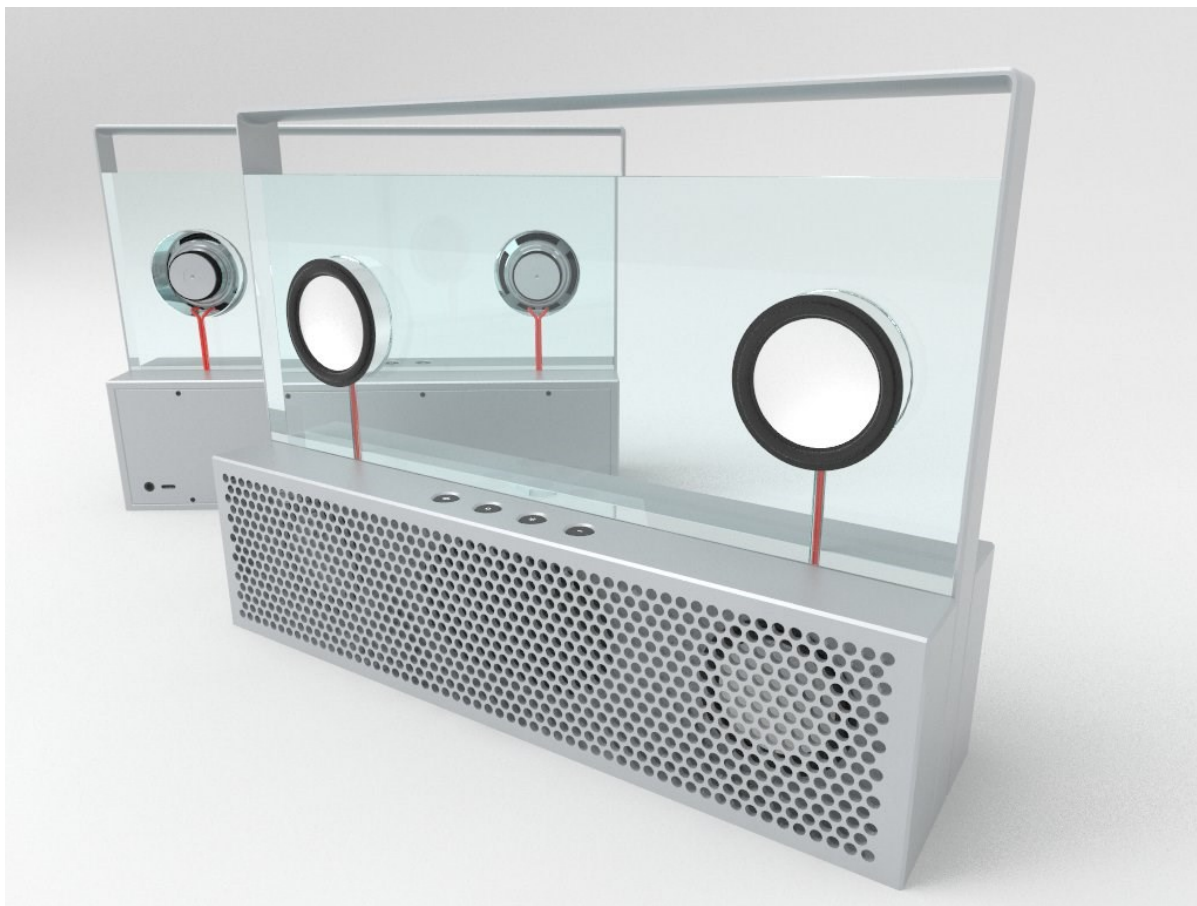
Výkres sestavy WIL0028-BP-01 - A1

Výrobní výkres WIL0028-BP-02 - A4

CD s bakalářskou prací v PDF

PŘÍLOHY

Příloha A – Finální vizualizace

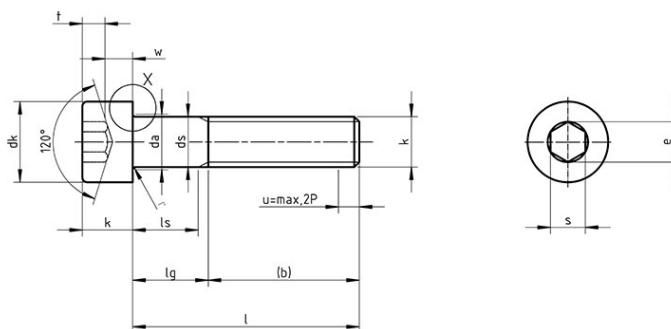


Příloha B - Spojovací materiál

ISO 4762

Šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem.

Ekvivalentní normy: DIN 912;
CSN 21143; PN 82302; UNI
5931



ISO 4762 [18]

LOCTITE EA 3430

Dvousložkové, čiré epoxidové lepidlo, které po zamíchání rychle vytvrzuje při pokojové teplotě. Je určené pro všeobecné lepení a dosahuje vysoké pevnosti na širokém spektru materiálů. Loctite 3430 je vhodné použít tam, kde se požaduje opticky čirý slep - vhodné jako lepidlo na sklo. Vytvrzuje při nízké teplotě a lze jej použít v tenké vrstvě.

Technologie	Epoxid
Chemický typ	Epoxid
Vzhled (Pryskyřice)	Ultra čirý
Vzhled (Tvrdidlo)	Ultra čirý
Vzhled (Smíchaný)	Ultra čirý, průhledný ^{LMS}
Složky	Dvě složky - pryskyřice a tvrdidlo
Mísicí poměr objemový pryskyřice : tvrdidlo	1 : 1
Mísicí poměr hmotnostní pryskyřice : tvrdidlo	100 : 100
Vytvrzení	Po zamíchání při pokojové teplotě
Aplikace	Lepení

LOCTITE EA 3430[19]

AR 94201

Rychletvrdnoucí, elastický jednosložkový těsnicí tmel a lepidlo pro lepení nebo utěšňování švů a spojů, vhodný pro automobilové karosérie, stavbu vagónů, kontejnerů a lodí.

Rovněž vhodný pro použití ve strojírenství a aplikace v klimatizačních a větracích jednotkách.

Fyzikální vlastnosti v kapalném stavu:

Chemická báze:	Hybrid-polymer
Forma použití:	tmel, roztrátelný čepelí, stabilní
Barva: AR 94200 AR 94201 AR 94205	bílá šedá černá
Hustota při 23°C:	~ 1,44 g/cm³
Čas zaschnutí povlaku: při 23°C/ 50% relat. vlhkosti	~ 10 minut
Průběh vytvrzování: při 23°C/ 50% relat. vlhkosti	po 24 hod.: 3 mm
Změna hmotnosti dle DIN 50014 (po 14 dnech)	~ 1 %

Typické vlastnosti ve vytvrzeném stavu:

Pevnost v tahu (DIN 53504) skladování 7 dnů při 23°C/ 50% relat. vlhkosti	~ 3,0 N/mm²
Tažnost (DIN 53504) skladování 7 dnů při 23°C/ 50% relat. vlhkosti	~ 500 %
Modul pružnosti při 100% protažení a 23°C (DIN 53504 S2): skladování 7 dnů při 23°C/ 50% relat. vlhkosti	~ 1,0 N/mm²

AR 94201 [20]

Příloha C – Elektronika

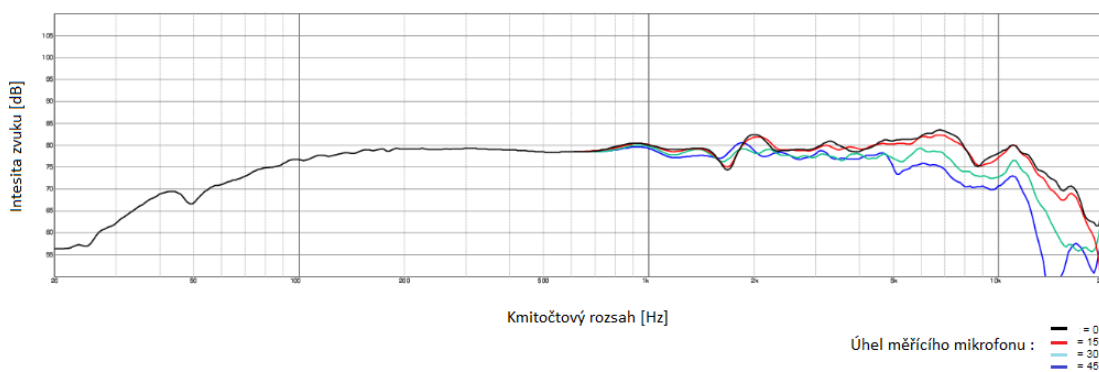
V každém bezdrátovém reproduktoru se nachází kromě samotných reproduktorů i komponenty, bez kterých by celý koncept přenosných bezdrátových reproduktorů mohl jen těžko existovat. Mezi takové komponenty patří baterie, zesilovač a přijímač audio signálu.

Reproduktory

Rozhodl jsem se pro použití širokopásmových reproduktorů Dayton Audio ND65 s plochou frekvenční charakteristikou a RMS výkonem 15 W.



Frekvenční charakteristika



Dayton Audio ND65 [21]

Baterie

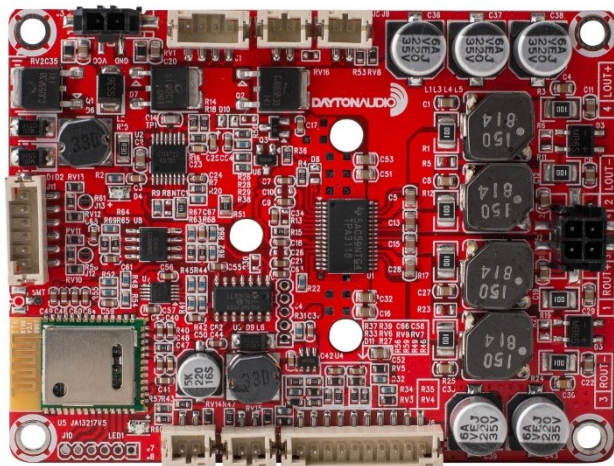
V mobilních zařízeních jsou nejvíce používány Lithium-iontové akumulátory, které mají vysokou hustotu energie vzhledem ke svému objemu. Další výhodou tohoto typu baterie je fakt, že lze vyrobit v různých tvarech, nemá paměťový efekt (Jev, který zkracuje životnost akumulátorů) a má velice nízkou hodnotu samovybití. Nevýhodou lithium-iontových je nebezpečnost baterie, při nesprávném používání může explodovat nebo se vznítit. Riziko je však velmi malé, protože tento typ baterie se používá výhradně s ochrannými moduly, které chrání baterii před zkratováním, přebitím, vybitím pod kritickou hodnotu apod.



Panasonic Li-Ion NCR18650PF [22]

Zesilovač

Existuje mnoho typů zesilovačů, v mobilních zařízeních se však nejvíce používají zesilovače třídy D kvůli své vysoké účinnosti a malým rozměrům. Moderní zesilovače třídy D postupně dohánějí kvality zesilovačů třídy A, které mají velice malé zkreslení signálu, ale velmi malou účinnost. Provedl jsem rešerši v této oblasti a zjistil jsem, že mnoho výrobců těchto zesilovačů často vyrábí plošné spoje (PCB), na kterých je spolu se samotným zesilovačem (právě pro časté používání těchto zesilovačů v bezdrátových zařízeních), i přijímač, analogové vstupy, vstupy pro napájení z baterie s integrovaným ochranným okruhem apod.



Dayton Audio KAB-230A 2x30W Class D [21]